

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-197037

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl.

H04J 13/04

H04B 7/26

H04B 17/00

H04J 1/00

(21)Application number : 2000-000543

(71)Applicant : NTT DOCOMO INC

(22)Date of filing : 05.01.2000

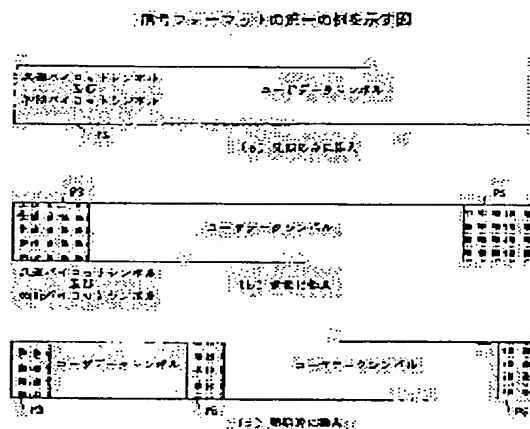
(72)Inventor : ABETA SADAYUKI
SHIN HIROYUKI
SAWAHASHI MAMORU

(54) SIGNAL FORMAT OF MULTICARRIER CDMA TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a signal format which enables a multicarrier CDMA transmission system to estimate transmission lines by users.

SOLUTION: This multicarrier CDMA transmission system duplicates and arranges information symbols on a frequency axis, multiplies the duplicated information symbols by spread codes on the frequency axis, and multiplexes and transmits information by using subcarriers of different frequency. In the signal format of a transmit signal used to perform synchronous detection by inserting a pilot symbol used to estimate variation of a transmission line, the pilot symbol is obtained with a signal format including a common pilot symbol for estimating a transmission line common to users and individual pilot symbols unique to the users which communicate through transmission lines different from the above transmission line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-197037

(P2001-197037A)

(43)公開日 平成13年7月19日(2001.7.19)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|--------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| H 0 4 J | 13/04 | H 0 4 B 17/00 | F 5 K 0 2 2 |
| H 0 4 B | 7/26 | H 0 4 J 1/00 | 5 K 0 4 2 |
| | 17/00 | 13/00 | G 5 K 0 6 7 |
| H 0 4 J | 1/00 | H 0 4 B 7/26 | K |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-543(P2000-543)

(22)出願日 平成12年1月5日(2000.1.5)

(71)出願人 392026693

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
東京都千代田区永田町二丁目11番1号

(72)発明者 安部田 貞行

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(72)発明者 新 博行

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

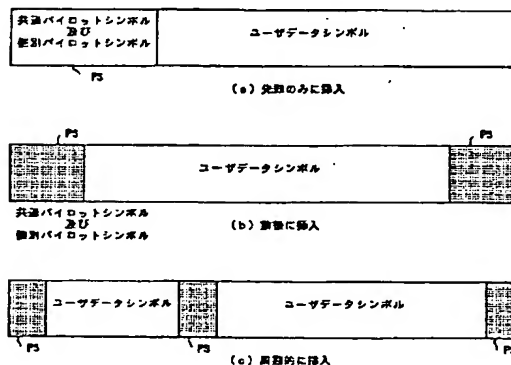
(54)【発明の名称】 マルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマット

(57)【要約】

【課題】本発明の課題は、マルチキャリアCDMA伝送システムにおいて、各ユーザ毎に伝送路推定が行えるような信号フォーマットを提供することである。

【解決手段】上記課題は、情報シンボルを複製して周波数軸上に並べ、該複製された情報シンボルに対して周波数軸上において拡散符号を乗積し、周波数の異なる複数のサブキャリアを用いて情報の多重伝送を行うマルチキャリアCDMA伝送システムにおいて、伝送路の変動を推定するためのパイロットシンボルを挿入して同期検波を行う際に用いられる伝送信号の信号フォーマットにおいて、上記パイロットシンボルは、各ユーザに共通の伝送路の推定を行うための共通パイロットシンボルと、上記伝送路と異なる伝送路にて通信を行うユーザ固有の個別パイロットシンボルとを含む信号フォーマットにて達成される。

信号フォーマットの第一の例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】情報シンボルを複製して周波数軸上に並べ、該複製された情報シンボルに対して周波数軸上において拡散符号を乗積し、周波数の異なる複数のサブキャリアを用いて情報の多重伝送を行うマルチキャリアCDMA伝送システムにおいて、伝送路の変動を推定するためのパイロットシンボルを挿入して同期検波を行う際に用いられる伝送信号の信号フォーマットにおいて、上記パイロットシンボルは、各ユーザに共通の伝送路の推定を行うための共通パイロットシンボルと、上記伝送路と異なる伝送路にて通信を行うユーザ固有の個別パイロットシンボルとを含む信号フォーマット。

【請求項2】請求項1記載のマルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、上記信号伝送に用いられる複数のサブキャリアの全部または一部がパイロットシンボルを周波数軸上で拡散する際のサブキャリアとして用いられた構成となる信号フォーマット。

【請求項3】請求項1または2記載のマルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、パイロットシンボルは、拡散される周波数軸上で直交し、かつ、時間軸上においてパイロットシンボル系列が直交するようにした信号フォーマット。

【請求項4】請求項1記載のマルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、上記信号伝送に用いられる複数のサブキャリアの一部を周波数軸上で離散的にパイロットシンボルに割当て、該パイロットシンボルが割当てられたサブキャリアに対して、共通パイロットシンボル及び個別パイロットシンボルを時間軸方向に拡散符号を用いて多重化したシンボル系列を挿入した信号フォーマット。

【請求項5】請求項4記載のマルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、上記共通パイロットシンボル及び個別パイロットシンボルに対する拡散符号が相互直交するようにした信号フォーマット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットに係り、詳しくは、マルチキャリアCDMA伝送システムにおいて伝送され、情報シンボルと複数のユーザそれぞれに対する伝送路状態を推定するためのパイロットシンボルとを含む信号の信号フォーマットに関する。

【0002】

【従来の技術】移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対的位置関係の変化に伴うレイリーフェージングに起因して、受信信号において振幅変動や位相変動が生ずる。情報を搬送波位相で伝送する位相変調方式で

は、差動符号化して前後のシンボルの相対位相に情報を載せて、受信側では、遅延検波を行うことにより情報データを識別及び判定する方法が一般的である。しかし、遅延検波では、前述したように送信データを差動符号化するため、無線区間での1ビットの誤りが情報データの2ビットの誤りとなってしまいうため、同期検波と比較して、例えば、2相移動変調方式(BPSK変調)の場合、同じ受信誤り率では信号電力対雑音電力比(SNR)が劣化する(例えば、3dB程度の劣化)。

10 【0003】また、受信信号の位相を各シンボル毎に絶対位相で識別判定する絶対同期検波は高効率な受信特性となるが、レイリーフェージング環境下において受信絶対位相を判定することは困難である。

【0004】そこで、例えば、情報シンボル間に一定周期で挿入された位相既知のパイロットシンボルを用いてフェージング歪みを推定し、補償する方法が提案されている(電子情報通信学会誌Vol.J72-B-II No.1, pp.7-15 1989年1月 三瓶「陸上移動通信用16QAMのフェージング歪み補償」)。この方法においては、通信チャネルに情報シンボルの数シンボル毎に送信位相既知のパイロットシンボルを1シンボル挿入し、このパイロットシンボルの受信位相を基にして伝送路推定を行う。即ち、該当する情報シンボル区間の前後のパイロットシンボルでの各通信者に対する受信信号の振幅、位相測定を行い、この測定値を内挿することにより、情報シンボル区間の伝送路変動を推定し、補償する。

30 【0005】また、現在サービスの行われているIS-95(CDMA伝送方式)に従った移動通信システムでは、下りリンクにおいて、全てのユーザに共通のパイロットチャネルを各ユーザの拡散符号と直交する符号を用いて符号多重して送信を行っている。受信側では、逆拡散によってパイロットチャネルと情報チャネルを分離し、このパイロットチャネルを用いることによって伝送路変動を推定し、その推定結果を用いて情報シンボルの復調を行う。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、マルチキャリアCDMA伝送システムでは、複数のサブキャリアを用いて情報シンボルの送信を行っており、サブキャリア毎に伝送路変動が異なる。また、送信信号はサブキャリア方向に拡散がなされているため、受信側では、逆拡散前のチップレベルでサブキャリア毎の推定を行う必要がある。そのため、マルチキャリアCDMA伝送システムに対して、上述したIS-95などの直接拡散方式(DSS-CDMA)に従った伝送システムに適用される伝送路変動の推定方法を直接適用することができない。

50 【0007】また、IS-95のような直接拡散方式(DSS-CDMA)のシステムにおいて、各ユーザ(各移動局)が同じ伝送路を用いて通信することを前提とした場合には、全てのユーザに共通のパイロットチャネル

を多重することによって伝送路推定を行うことは可能である。しかし、例えば、アダプティブアレイアンテナ等を用いることによって各ユーザ（各移動局）に固有のビームパターンで送信を行う場合には、共通チャネルの伝送路と各ユーザに対する伝送路が異なるので、共通のパイロットチャネルでの伝送路推定結果を各ユーザに対する伝送路に適用することができない。

【0008】そこで、本発明の課題は、マルチキャリアCDMA伝送システムにおいて、各ユーザ毎に伝送路推定が行えるような信号フォーマットを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、請求項1に記載されるように、情報シンボルを複製して周波数軸上に並べ、該複製された情報シンボルに対して周波数軸上において拡散符号を乗積し、周波数の異なる複数のサブキャリアを用いて情報の多重伝送を行うマルチキャリアCDMA伝送システムにおいて、伝送路の変動を推定するためのパイロットシンボルを挿入して同期検波を行う際に用いられる伝送信号の信号フォーマットにおいて、上記パイロットシンボルは、各ユーザに共通の伝送路の推定を行うための共通パイロットシンボルと、上記伝送路と異なる伝送路にて通信を行うユーザ固有の個別パイロットシンボルとを含むように構成される。

【0010】このような信号フォーマットでは、受信側において、各ユーザに共通的な伝送路の変動が共通パイロットシンボルの変化（振幅変動、位相変動）に基づいて推定できる。また、アダプティブアレイアンテナなどによってユーザ固有の伝送路が形成されても、受信側において、そのユーザ固有の伝送路の状態が固有パイロットシンボルの変化に基づいて推定することができる。

【0011】上記各ユーザに共通的な伝送路は、各ユーザが共通的に使用できる伝送路であって、例えば、報知チャネル或いは報知チャネルと同じアンテナパターンにて形成される伝送路等である。

【0012】請求項2記載の発明では、上記マルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、上記信号伝送に用いられる複数のサブキャリアの全部または一部がパイロットシンボルを周波数軸上で拡散する際のサブキャリアとして用いられるように構成される。

【0013】また、受信側にて、容易にパイロットシンボルを分離できるという観点から、本発明は、請求項3に記載されるように、上記各マルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、パイロットシンボルは、拡散される周波数軸上で直交し、かつ、時間軸上においてパイロットシンボル系列が直交するように構成することができる。

【0014】更に、請求項4記載の発明では、上記マル

チキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、上記信号伝送に用いられる複数のサブキャリアの一部を周波数軸上で離散的にパイロットシンボルに割当て、該パイロットシンボルが割当てられたサブキャリアに対して、共通パイロットシンボル及び個別パイロットシンボルを時間軸方向に拡散符号を用いて多重化したシンボル系列を挿入するように構成される。

【0015】受信側にて、容易にパイロットシンボルを分離できるという観点から、本発明は、請求項5に記載されるように、上記マルチキャリアCDMA伝送システムにおける信号フォーマットにおいて、上記共通パイロットシンボル及び個別パイロットシンボルに対する拡散符号が相互直交するように構成することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0017】本発明の実施の一形態に係る信号フォーマットの信号を送信する送信機は、例えば、図1に示すように構成される。この送信機は、マルチキャリアCDMA移動通信システムにおける基地局に設けられる。

【0018】図1において、この送信機は、各ユーザ（移動局）に対応した信号生成回路100(1)～100(n)を有している。各信号生成回路100(1)～100(n)は、各ユーザに対する信号を生成するもので、各ユーザに配信すべき情報（音声、データ等）の情報源11、情報源11からの情報を所定のアルゴリズムに従って符号化する伝送路符号化器12、同時に複数のシンボルを送信するための直並列変換回路13、直並列変換回路13からの信号（情報シンボル）を拡散に用いられるサブキャリアの数だけ複製する複製回路14、複製回路14にて複製された各信号に各ユーザに対応した拡散符号cを乗ずる乗積器15(i)を有している。

【0019】また、各信号生成回路100(1)～100(n)は、各ユーザに対応したパイロットシンボル挿入回路20を有している。このパイロットシンボル挿入回路20は、伝送路符号化回路12からの信号（情報シンボル）に各ユーザに対応したパイロットシンボルを挿入（または付加）する。このパイロットシンボルは、各ユーザ（移動局）と基地局との間の伝送路の状態（振幅変動、位相変動）を推定するために用いられる。

【0020】なお、上記パイロットシンボル挿入回路20は、直並列変換回路13の出力に対して各ユーザに対応したパイロットシンボルを挿入（または付加）するように構成することもできる。

【0021】上記のような構成により、各信号生成回路100(1)～100(n)は、情報シンボルに拡散符号を乗積して得られる拡散信号と各ユーザに対応したパイロットシンボルを、サブキャリアの周波数成分毎に、各ユーザに対する信号として出力する。そして、各信号生成回路100(1)～100(n)から出力される各

周波数成分毎の信号は、多重化部50にて多重化される。この多重化部50は、各送信信号生成回路100(1)～100(n)からの信号を合成する合成部51と、合成部51にて合成された信号の時間周波数変換を行う時間周波数変換回路(IFFT)52にて構成される。

【0022】上述した各信号生成回路100(1)～100(n)におけるパイロットシンボル挿入回路20は、例えば、図2に示すように構成されている。即ち、各ユーザに対応させて、スイッチSW1、SW2及びパイロットシンボル生成部22を有している。アダプティブアレイアンテナなどにより報知チャネルと異なる固有のアンテナパターンで送信を行うユーザに対して、スイッチSW1、SW2がパイロットシンボル生成部22を選択するように切替えられる。その結果、当該ユーザの送信データ発生部(情報源11、伝送路符号化器12)からの信号(情報シンボル)に対してパイロットシンボル生成部22からの当該ユーザ固有のパイロットシンボルが挿入(または付加)される。

【0023】また、この送信機は、上述した各ユーザに対応したパイロットシンボル生成部22とは別に、共通パイロットシンボル生成部21を有している(図1では省略されている)。この共通パイロットシンボル生成部21は、報知チャネルなどの全てのユーザに共通のチャネルや報知チャネルを送信する際に用いられるアンテナパターンと同じパターンで送信を行うユーザのために用いられる共通パイロットシンボルを生成する。この共通パイロットシンボルを用いるユーザに対しては、スイッチSW1、SW2は、パイロットシンボル生成部22をバイパスする経路を選択し、送信データ発生部(情報源11、伝送路符号化器12)からの信号は、ユーザ固有のパイロットシンボルが挿入(または付加)されることなく多重化部50に供給される。

【0024】上記のようにして共通及び個別パイロットシンボルと情報シンボルとが多重化された信号は、ガードインターバル挿入部53、フィルタ54及び増幅器55にて処理され、それらの処理後の信号がアンテナユニット56から送信される。このアンテナユニット56は、例えば、アダプティブアレイアンテナを有し、各ユーザ(移動局)毎のビームパターンを生成することが可能となる。

【0025】以下、上記のような構成の送信機にて共通及び個別パイロットシンボルと情報シンボルとを含む送信信号のフレーム構成について説明する。

【0026】第一の例では、図3に示すように、共通及び個別パイロットシンボルと情報シンボルとが時間多重される。パイロットシンボル群PSは、ユーザデータシンボルの直前となるフレームの先頭にのみ挿入しても(図3(a)参照)、ユーザデータシンボルの前後となるフレームの先頭と末尾に挿入しても(図3(b)参

照)、また、フレーム内に周期的に挿入しても(図3(c)参照)、いずれの形式でも可能である。パイロットシンボル長を 2^N すると、 2^N のユーザに対して個別のパイロットシンボルを割当てることができる。

【0027】第二の例では、図4に示すように、各ユーザのデータシンボルを多重化したシンボル系列の拡散信号系列の前に共通パイロットシンボル及び個別パイロットシンボルを多重化したシンボル系列PS1～PSkが挿入される。この例では、パイロットシンボルを拡散するためにサブキャリアはn個のうちk個が用いられることを特徴としている。パイロットシンボルを挿入しないサブキャリアに対しては情報シンボルの伝送を行うことが可能となる。

【0028】第三の例では、図5に示すように、共通パイロットシンボル系列CPS、ユーザ固有の個別パイロットシンボル系列UPS及び各ユーザのデータシンボルを多重化したシンボル系列の拡散信号系列DSが多重化される。即ち、各パイロットシンボルが周波数軸方向と時間軸方向に拡散された構造となる。ここで、情報シンボルDSの1シンボル長が各パイロットシンボルCPS、UPSの1チップ長に相当するとし、受信側において、パイロットパターンを乗積することによりパイロットシンボルを取り出すことが可能となる。

【0029】第四の例では、図6に示すように、個別パイロットシンボル用いるユーザをL個のグループに分けて、周期的にパイロットシンボルを挿入している。即ち、各ユーザのデータシンボルを多重化したシンボル系列の拡散信号系列の前に、共通パイロットシンボル及びユーザグループ1の個別パイロットシンボルを多重化したシンボル系列PS1、ユーザグループ2の個別パイロットシンボルを多重化したシンボル系列PS2(共通パイロットシンボルを含んでもよい)から順位ユーザグループLの個別パイロットシンボルを多重化したシンボル系列PSL(共通パイロットシンボルを含んでもよい)までが周波数軸方向に所定の周期で挿入された構成となっている。このような構成により、パイロットシンボルのシンボル数を 2^N とすると、 $2^N \times L$ のユーザに対して個別パイロットシンボルを割当てることが可能となる。

【0030】上記共通及び個別パイロット信号に対する拡散符号構成は、例えば、図7に示すようになる。

【0031】この例では、1つの共通パイロットシンボル(共通)と3つの個別パイロットシンボル(#1、#2、#3)が用いられている。また、パイロットシンボルはすべて「1」とであると仮定する。

【0032】時刻t1において、各パイロットシンボル(共通、#1、#2、#3)を周波数方向に拡散している符号系列は互いに直交している。次のシンボルと同期する時刻t2においては、拡散符号を1チップシフトする。この操作をパイロットシンボルの周期分行う。これにより各サブキャリアf1、f2、f3、f4におい

て、それぞれにパイロットシンボルは直交し、時刻 t_1 から t_4 までそれぞれの符号を乗積して加算することにより、共通パイロット系列（共通）及び各ユーザに割当てた個別パイロット系列（#1、#2、#3）を分離することが可能となる。その結果、分離して得られた各パイロットシンボルの状態（振幅変動、位相変動）を調べることにより、それぞれのチャネル（報知チャネル（共通）、チャネル#1、チャネル#2、チャネル#3）の状態推定を行うことができる。

【0033】更に、共通及び個別パイロットシンボルと情報シンボルとを含む送信信号のフレーム構成の第五の例について説明する。

【0034】この例は、図8に示すように、 n 個のサブキャリアのうち p 個毎のキャリアがパイロットシンボル専用のパイロットキャリアとして使用され、他のキャリアが各ユーザのデータシンボルを多重化したシンボル系列の拡散信号系列に用いられる。各パイロットキャリアにて共通パイロット及び各ユーザの個別パイロットシンボルが時間軸方向に多重化されたシンボル系列が送信される。

【0035】パイロット系列として、相関のできるだけ小さい（例えば、直交符号）パイロットパターンが用いられることが好ましい。

【0036】このようなフレーム構成によれば、パイロットパターンの周期を長くすることができ、各パイロットパターンの相互相関を小さくすることが容易となる。

【0037】また、受信側において、パイロットキャリア以外のサブキャリアに対する伝送路状態は、パイロットキャリアから推定された伝送路状態から、例えば、内挿等の手法を用いて得ることができる。

【0038】

【発明の効果】以上、説明してきたように、請求項1乃至5記載の本願発明によれば、受信側において、各ユーザに共通的な伝送路の状態が共通パイロットシンボルの変化（振幅変動、位相変動）に基づいて推定できると共に、固有パイロットシンボルをユーザに対応させることにより、アダプティブアレイアンテナなどによってユー

ザ固有の伝送路が形成されても、上記固有パイロットシンボルをユーザに対応させることにより、受信側において、当該ユーザに対する伝送路状態が固有パイロットシンボルの変化に基づいて推定ができる。従って、マルチキャリアCDMA伝送システムにおいて、各ユーザが報知チャネルなどのような共通的な伝送路を使用する場合であっても、また個別的な伝送路を使用する場合であっても、各ユーザ毎に伝送路推定が行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る信号フォーマットの信号を送信する送信機の構成例を示す図である。

【図2】パイロットシンボル挿入回路の具体的な構成例を示すブロック図である。

【図3】信号フォーマットの第一の例を示す図である。

【図4】信号フォーマットの第二の例を示す図である。

【図5】信号フォーマットの第三の例を示す図である。

【図6】信号フォーマットの第四の例を示す図である。

【図7】個別パイロット信号に対する拡散符号構成例を示す図である。

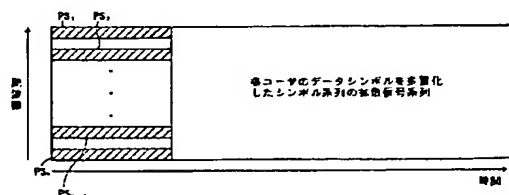
【図8】信号フォーマットの第五の例を示す図である。

【符号の説明】

- 11 情報源
- 12 伝送路符号化器
- 13 直並変換器
- 14 複製回路
- 15 (1)～15(n) 乗積器
- 20 パイロットシンボル挿入回路
- 21 共通パイロットシンボル生成部
- 22 パイロットシンボル生成部
- 30 多重化部
- 51 合成部
- 52 時間周波数変換部
- 53 ガードインターバル挿入部
- 54 フィルタ
- 55 増幅器
- 56 アンテナユニット
- 100 (1)～100(n) 信号生成回路

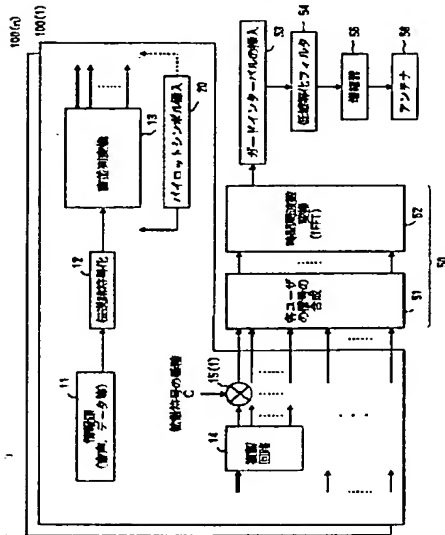
【図4】

信号フォーマットの第二の例を示す図



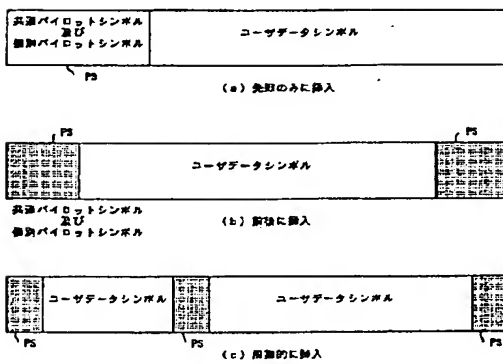
【図1】

本発明の実施の一形態に係る信号フォーマットの信号を送信する送信機の構成を示す図



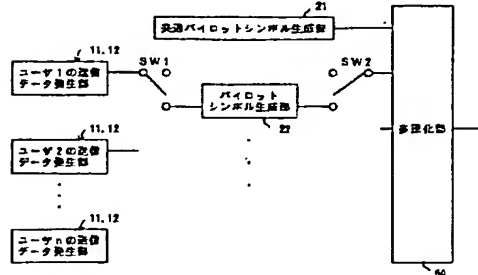
【図3】

信号フォーマットの第一の例を示す図



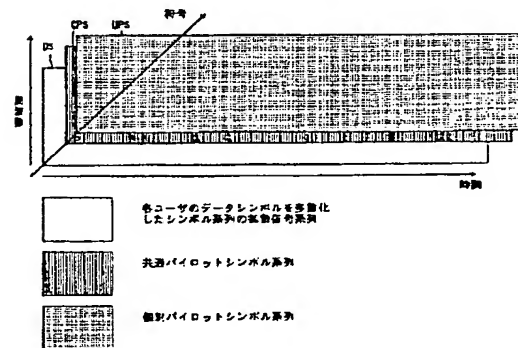
【図2】

パイロットシンボル挿入回路の具体的な構成例を示すブロック図



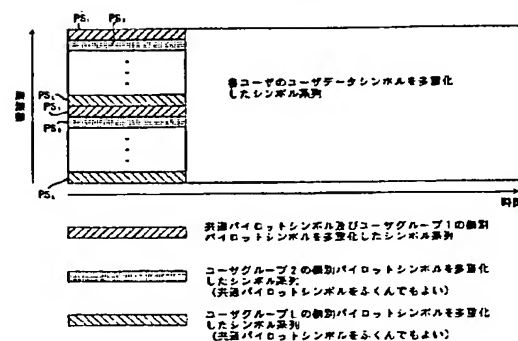
【図5】

信号フォーマットの第三の例を示す図



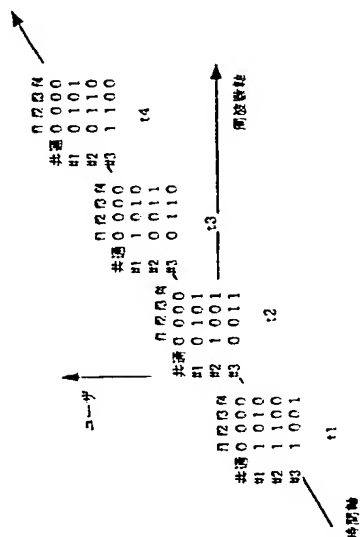
【図6】

信号フォーマットの第四の例を示す図



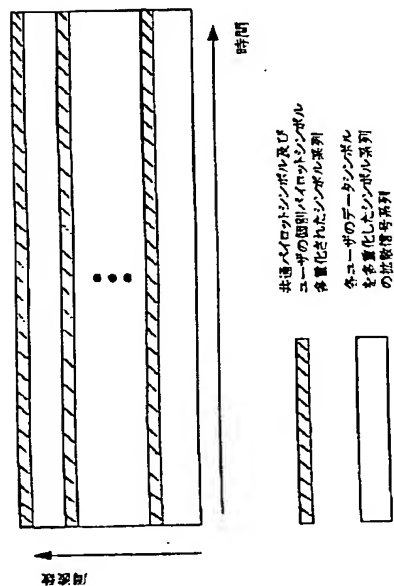
【図7】

個別ビット信号に対する拡張符号構成例を示す図



【図8】

信号フォーマットの第五の例を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 佐和橋 衛
 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・
 ティ・ティ移動通信網株式会社内

Fターム(参考) 5K022 AA12 EE02 EE22
 5K042 AA06 BA02 BA08 CA02 CA11
 CA12 DA01 DA19 DA21 EA03
 EA15 FA11 GA11 HA11 JA01
 JA03 LA06 LA11 MA02
 5K067 AA02 CC10 DD02 DD17 DD25
 DD43 EE02 EE10 EE22 EE71
 FF16 JJ13 KK02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.